

Hydraulische Fahrzeugbremsanlage

Die Erfindung betrifft eine hydraulische Fahrzeugbremsanlage, mit einem hydraulischen Bremsdruckgeber, der im wesentlichen aus einem Hauptbremszylinder und einem vorgeschalteten hydraulischen Verstärker besteht, mit dessen Druck Radbremsen des Fahrzeuges beaufschlagbar sind, welcher hydraulische Bremsdruckgeber über eine Leitung mit einem Druckmittelvorratsbehälter verbunden ist, welcher hydraulische Bremsdruckgeber eine im wesentlichen coaxial zum Hauptbremszylinder angeordnete Verstärkungskammer und einen darin angeordneten Verstärkerkolben aufweist, welcher hydraulische Bremsdruckgeber in Kraftabgaberrichtung über ein Betätigungselement mit einem Hauptbremszylinderkolben wirkverbunden ist und zwecks Bremskraftverstärkung mit einem hydraulischen Druck einer elektronisch ansteuerbaren Fremddruckquelle beaufschlagbar ist, die mit dem hydraulischen Verstärker verbunden ist über eine Leitung, in der ein zweites analoges bzw. analogisiertes Ventil angeordnet ist.

Im Zuge neuer Motorentchnik, wie z.B. Diesel, Benzin-Direkteinspritzer oder Elektroantriebe, ist eine hinreichende Unterdruckversorgung zur

Bremskraftunterstützung immer seltener gegeben. Dies erfordert Bremsanlagen mit einer aktiven hydraulischen Bremskraftunterstützung oder mit einer zusätzlichen Vakuumpumpe zum Betrieb eines Vakuumbremskraftverstärkers.

Ferner ist beim Vakuumbremskraftverstärker grundsätzlich sein relativ großes Bauvolumen nachteilig. Probleme treten auch beim Packaging auf, da sein Einbauort nur schwer zu variieren ist.

Daher besteht ein Bedarf an einfachen Bremssystemen mit aktiver hydraulischer Bremskraftunterstützung bzw. mit hydraulischen Bremskraftverstärkern.

Systeme mit aktiver hydraulischer Bremskraftunterstützung, unterstützen den Fahrer bei der Bremspedal-Betätigung mittels einer ansteuerbaren Hydraulikpumpe (OHB-Systeme), z.B. der ABS-Rückförderpumpe. Diese Systeme erhöhen den Aussteuerpunkt eines Vakuumbremskraftverstärker, ohne ihn zu ersetzen. Eine unzureichende Unterdruckversorgung oder Dimensionierung des Vakuumbremskraftverstärkers kann so kompensiert werden.

Derartige Systeme können aber im Komfortbereich zu Nachteilen führen. In manchen Situationen stellt sich ein Pedalgefühl ein, welches negativ von einer „gewohnten“ Vakuumbremskraftverstärker-Unterstützung abweicht.

Andererseits sind bekannte hydraulische Bremskraftverstärker durch einen hohen Bauaufwand kompliziert und teuer. Sie erfordern zusätzliche Komponenten, um aktiv Druck aufbauen zu können. Dies gilt

im besonderen Maß für Brake-by-wire-Systeme, wie elektrohydraulische Bremsanlagen (EHB).

Aufgabe der Erfindung ist es, eine hydraulische Fahrzeugbremsanlage mit einem technisch einfachen, entkoppelten hydraulischen Bremsdruckgeber zu schaffen. Vorzugsweise sollte diese mit geringem Mehraufwand in eine bestehende hydraulische Anlage zu integrieren sein.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Basis der Erfindung ist eine aus der deutschen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 10244375.0, deren Inhalt Bestandteil der Anmeldung ist, bekannte hydraulische Fahrzeugbremsanlage mit einem einfachen hydraulischen Verstärker. Diese weist einen von einer Bremsbetätigungseinrichtung, insbesondere ein Bremspedal, betätigbaren Bremsdruckgeber auf, der über eine hydraulische Leitung mit einer Radbremse des Fahrzeugs verbindbar ist, wobei vorgesehen ist, dass der Bremsdruckgeber im wesentlichen aus einem Hauptbremszylinder und einem vorgeschalteten hydraulischen Verstärker besteht, der eine im wesentlichen coaxial zum Hauptbremszylinder angeordnete Verstärkungskammer und einen darin angeordneten Verstärkerkolben aufweist, der in Kraftabgaberrichtung über ein Betätigungselement mit einem Hauptbremszylinderkolben wirkverbunden ist und der zwecks Bremskraftverstärkung mit einem hydraulischen Druck einer Fremddruckquelle beaufschlagbar ist, die mit dem hydraulischen Verstärker verbunden ist über eine Leitung, in der ein analoges bzw. analogisiertes Regelventil

angeordnet ist. Bei diesem System ist der Bremsdruckgeber mit einem Druckmittelvorratsbehälter verbunden über eine Leitung, in der ein weiteres analoges bzw. analogisiertes Regelventil angeordnet ist.

Ein Nachteil des bekannten Systems besteht darin, dass die zunehmenden Komfortansprüche sowie einige Zusatzfunktionen, z.B. regeneratives Bremsen bei Hybrid- oder Elektroantrieben, nur durch ein vom Pedal entkoppeltes Bremssystem (Brake-by-wire-System) erfüllt werden können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 dadurch gelöst, dass der Druckmittelvorratsbehälter mit der elektronisch ansteuerbaren Fremddruckquelle verbindbar ist über eine Leitung, in der ein erstes analoges bzw. analogisiertes Ventil angeordnet ist, dass die Fahrzeugbremsanlage einen mit der Bremsbetätigungseinrichtung zusammenwirkenden Simulator und eine Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches aufweist und dass die elektronisch ansteuerbaren Fremddruckquelle nach Maßgabe des erkannten Fahrerverzögerungswunsches oder nach Maßgabe eines elektronischen Bremsenregelungssystems ansteuerbar ist.

Durch die Erfindung ist es möglich, mit einem geringen Bauaufwand und damit geringen Kosten aktiv Bremsdruck aufzubauen und diesen nach Maßgabe einer entkoppelten Bremsbetätigungseinrichtung oder einer Vorgabe durch das Bremsenregelungssystem, wie z.B. im Fall eines automatischen Bremseneingriffs durch eine Abstands- und Folgeregelung oder bei einem ESP-Bremseneingriff,

einzu steuern (Brake-by-wire-System). Die Vorteile eines Brake-by-wire-Systems sind daher nutzbar.

Des weiteren ergeben sich Vorteile durch den geschlossenen Aufbau des Systems. Es entsteht, im Gegensatz zu anderen Bremssystemen, bei denen das Volumen zur Bremsdruckerzeugung im Grundsatz aus einem Hochdruckspeicher zur Verfügung gestellt und dieses in den Vorratsbehälter abgelassen wird, kein Problem in der Volumenbilanz der Druckflüssigkeit.

Nach der Erfindung ist die Bremsbetätigungseinrichtung im „Normalfall“, d.h ohne Systemfehler, von dem Bremsdruckgeber und damit der hydraulischen Verbindung mit einer Radbremse des Fahrzeugs entkoppelt. Nur im Fehlerfall, insbesondere bei einem Ausfall oder einer Störung der elektronisch ansteuerbaren Fremddruckquelle, wird die Bremsbetätigungseinrichtung über den hydraulischen Bremsdruckgeber hydraulisch an die Radbremsen gekoppelt (hydraulischer Durchgriff).

Es werden erfindungsgemäß analoge bzw. analogisierte Ventile eingesetzt, die mittels einer elektrischen bzw. elektronischen Fremdansteuerung vorzugsweise alle Stellungen oder zumindest eine hohe Anzahl an Stellungen zwischen AUF und ZU einnehmen können, so dass der Bremsdruck für Regel- oder Komfortbremsungen vorzugsweise stufenlos, zumindest fast stufenlos, erhöht oder vermindert werden können. Bevorzugt wird das analoge bzw. analogisierte Ventil mit einem Stromwert eingestellt.

Der Hauptbremszylinder ist erfindungsgemäß bevorzugt zweikreisig und insbesondere als Tandem-Hauptzylinder (THZ)

ausgebildet, der Druckmittelvorratsbehälter ist drucklos ausgebildet.

Die Fremddruckquelle weist erfindungsgemäß ein Motor-Pumpen-Aggregat und einen hydraulischen Hochdruckspeicher auf. Vorzugsweise wird eine schon in einem Bremssystem vorhandene hydraulische Rückförderpumpe bzw. ein Rückförder-Motor-Pumpen-Aggregat eingesetzt.

Eine elektronische Steuer- und Regeleinheit ist erfindungsgemäß vorgesehen, mittels der die analogen bzw. analogisierten Ventile geregelt bzw. gesteuert werden, zwecks Beaufschlagung des Verstärkerkolbens des hydraulischen Verstärkers mit einem bestimmten hydraulischen Druck und dass der elektronischen Steuer- und Regeleinheit eine Ermittlungseinheit zugeordnet ist oder in diese integriert, zwecks Ermittlung des Fahrerbremswunsches.

Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Hauptbremszylinder mit den Radbremsen des Fahrzeugs verbunden ist über eine Bremsleitung, in die ein Trennventil eingefügt ist, und über anschließende Bremsleitungsteile, in die jeweils ein Einlassventil angeordnet ist.

Die Radbremsen des Fahrzeugs sind erfindungsgemäß mit dem Hauptbremszylinder verbunden über eine Rücklaufleitung, in welche Auslassventile, ein Niederdruckspeicher und ein Umschaltventil angeordnet ist.

Die Pumpe ist erfindungsgemäß eingangsseitig mit der Rücklaufleitung verbunden und ausgangsseitig über eine

Verzweigungsstelle mit den Radbremsen des Fahrzeugs oder mit dem Hochdruckspeicher verbindbar und zwischen der Druckseite der Pumpe und der Verzweigungsstelle sind ein Rückschlagventil und eine Dämpferkammer angeordnet.

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass von der Verzweigungsstelle die Pumpe mit dem Hochdruckspeicher über eine Leitung verbunden ist, in die ein erstes ansteuerbares Ventil angeordnet ist, und von der Verzweigungsstelle die Pumpe mit den Bremsleitungsteilen über eine Leitung verbunden ist, in die ein weiteres ansteuerbares Ventil angeordnet ist.

Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass mittels der elektronischen Steuer- und Regeleinheit die ansteuerbaren Ventile geregelt bzw. gesteuert werden, zwecks Regelung eines hydraulischen Bremsdrucks oder Druckaufbaus in dem Hochdruckspeicher.

Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Simulator zumindest eine hydraulische Kammer aufweist, die verbunden ist mit der Leitung zwischen dem hydraulischen Verstärker über eine Leitung, in der ein weiteres Ventil, vorzugsweise ein SO-Ventil (stromlos offenes Ventil), angeordnet ist.

Nach der Erfindung ist ein separater Ladekreis für den Hochdruckspeicher vorgesehen, der insbesondere eine dreikreisige hydraulische Pumpe aufweist, wobei ein Kreis zum Laden des Speichers dient. Dann wird die Pumpe bzw. der Ladekreis der Pumpe über eine separate Leitung mit einem Vorratsbehälter für das Druckmittel verbunden und das Ventil 1 kann entfallen. Dadurch ist die Ladung des

Hochdruckspeichers vorteilhaft unabhängig von Regeltätigkeiten.

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass das erste und das zweite analoge bzw. analogisierte Ventil SG-Ventile (stromlos geschlossene Ventile) sind.

Nach der Erfindung ist der hydraulische Bremsdruckgeber, das bedeutet im wesentlichen der Verstärker und der THZ, in eine hydraulische Einheit, den Hydraulikblock (HCU) des Bremssystems, integriert.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen (Fig.1 und 2) beispielhaft näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig.1 einen Bremsdruckgeber für das erfindungsgemäße Bremssystem

Fig.2 ein Bremssystem nach der Erfindung

Nach Fig.1 weist der Bremsdruckgeber einen hydraulischen Verstärker (7) auf, der als eine Verlängerung der Betätigungseinheit (THZ) 11 mit Behälter 13 ausgebildet ist. Der Verstärkerkolben 41 wird in einem Verstärkergehäuse geführt, wobei sich eine Druckstange 42 des Verstärkerkolbens 41 im Kolben 51 des Druckstangenkreises des THZ 11 abstützt bzw. durch eine entsprechende scheibenartige Vergrößerung 52 des Durchmessers in der THZ-Bohrung 53 geführt wird. Das Verstärkergehäuse 40 kann als ein separates Bauteil an den THZ 11 angeflanscht werden. Aber besonders vorteilhaft wird

der Verstärker (7) und der THZ (11) als eine Einheit in die bekannte hydraulische Einheit, den bekannten Hydraulikblock (HCU), integriert (siehe Fig. 2). Der Behälter 13 kann dann vorteilhaft separat, an einer geeigneten Stelle im Motorraum angeordnet werden (siehe Behälter 13a in Fig. 2). Dadurch wird die Freiheit gewährleistet, die HCU mit integrierter Verstärker-THZ-Einheit so anzuordnen, um ein optimales Packaging, eine optimale Raumausnutzung zu erzielen.

Nach der Montage des Verstärkerkolbens 41 mit Druckstange 42, oder nach der Montage der THZ-Kolben 51,54 und des Verstärkerkolbens 41 wird das Verstärkergehäuse 40 geeignet verschlossen. Hinter dem in Ruhelage befindlichen Verstärkerkolben 41 ist ein Hydraulikanschluss 43 vorgesehen, der eine Regelleitung 50 aufnimmt und in einen Raum, der hinter dem Verstärkerkolben 41 liegenden Raum 47 mündet. Auf der Seite der Druckstange 42 ist eine Entlüftungsbohrung 44 (bzw. zur Belüftung) vorgesehen. Der Verfahrweg des Verstärkerkolbens 41 entspricht dem addierten Hub beider Kreise (Schwimmkreis SK und Druckstangenkreis DK) des THZ 11.

Das Flächenverhältnis von Verstärkerkolben 41 und THZ-Fläche, ergibt in Verbindung mit der von einer Hochdruckquelle zur Verfügung gestellten Druck, den mit Verstärkung zu erreichenden THZ-Druck (entspricht dem Aussteuerpunkt des Verstärkers).

$$(A_{\text{Verstärker}}/A_{\text{THZ}}) \cdot P_{\text{HDQ}} = P_{\text{THZ,verstärkt}}$$

mit: $A_{\text{Verstärker}}$: Fläche des Verstärkerkolbens
 A_{THZ} : Fläche des THZ-Kolbens

P_{HDQ} : Druck der Hochdruckquelle

$P_{THZ,verstärkt}$: THZ-Druck der mit der Verstärkung erreicht werden kann

Es ist also vorgesehen, den von einer Steuerung bzw. Regelung angeforderten Druck durch die Flächenverhältnisse oder den Druck der Hochdruckquelle zu variieren.

Vorzugsweise wird als Hochdruckquelle ein hydraulischer Hochdruckspeicher eingesetzt. Beispielsweise wird ein Hochdruck-Gasspeicher mit einem Volumen von 200 bis 300 cm³ und einem Gasfülldruck von ca. 10 bis 15 bar bei 20 °C verwendet. Der Hochdruckspeicher wird vorzugsweise durch eine hydraulische Pumpe mit unter Druck stehender Bremsflüssigkeit versorgt, d.h. „geladen“. Das Laden des Speichers nach einer Bremsung erfolgt zum Beispiel bei Erreichen eines hydraulischen Drucks in dem Speicher von kleiner 40 bis 50 bar, was einem Bremsdruck (Aussteuerdruck) von 80 bis 90 bar entspricht. Bis zum Erreichen eines oberen Grenzwerts für den hydraulischen Druck im Speicher von 50 bis 70 bar, entsprechend einem maximal erreichbaren Aussteuerdruck von 80 bis 110 bar, wird eine Ladezeit durch die Pumpe von ca. 2 bis 3,5 sec. benötigt, wenn eine Bremsbetätigung bis zum Aussteuerpunkt durchgeführt wurde und eine schnellstmögliche Speicherfüllung durch maximalen Pumpenlauf sichergestellt werden soll. Bei weniger starken Bremsbetätigungen und einem entsprechend geringeren Volumenstrom aus dem Hochdruckspeicher 4 werden geringere Pumpenansteuerungen, insbesondere Ansteuerungen der Pumpe bzw. des zugeordneten Motors für eine geringe Zeitdauer, z.B. im Bereich von Millisekunden, durchgeführt. Dies verlängert zwar die Ladezeit des Hochdruckspeichers, ist aber unter

Komfortaspekten sinnvoll. Durch eine vorteilhafte Ansteuerung der Pumpe bzw. des Motors für einige Millisekunden ist das Pumpengeräusch für den Fahrer kaum noch wahrnehmbar. Durch diese Auslegung kann damit eine hinreichende Versorgung des hydraulischen Bremskraftverstärkers 7 gewährleistet werden, die dem heutigen Bremsanlagen mit Vakuumbremskraftverstärker entspricht.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für das gesamte hydraulische System mit der Betätigungseinheit 11 und einem angeschlossenen Bremskreis (von insgesamt zwei Bremskreisen), der auf zwei Radbremsen 30,31 einwirkt, ist in Fig.2 dargestellt. Der zweite Bremskreis für die beiden anderen Radbremsen ist in Aufbau und Funktion mit dem gezeigten Bremskreis identisch und muss daher nicht näher beschrieben werden.

Die Bremskreise werden gemäß Fig.2 von dem Hauptzylinder (THZ) 11 beaufschlagt. Der von der jeweiligen Steuerung bzw. Regelung einer elektronischen Einheit 28 in Verbindung mit einer Fahrerbremswunschermittlung 64 angeforderte Druck wird über den hydraulischen Verstärker 7 und den Hauptzylinder 11 erzeugt.

Die Radbremsen 30, 31 werden durch stromlos offene (SO) Ventile 15.1 und 15.2 direkt aus dem THZ 11 über eine Leitung 14, ein SO-Trennventil 9 und anschließende Leitungen 14.1 und 14.2 mit Druck versorgt, wobei der THZ 11 über den hydraulischen Verstärker 7 betätigt wird. Der hydraulische Verstärker 7 ist über eine Leitung 50, in die ein Ventil 5 eingefügt ist, mit hydraulischem Druck eines Hochdruckspeichers 4 beaufschlagbar. Der Hochdruckspeicher

4 wird durch eine Motor-Pumpen-Einheit 19,20 mit hydraulischem Druck versorgt. Zwischen dem Ventil 5 und der sich anschließenden Regelleitung 50 zum Verstärker 7 ist ein Abzweig über eine Leitung 62 zu einem vorzugsweise einkreisigen Pedalsimulator bzw. Pedalwegsimulator 61 vorgesehen. In der Leitung 62 ist ein Ventil 63, vorzugsweise ein SO-Ventil, eingebracht. Das Ventil 63 ist bei allen Verstärkerregelungen geschaltet, d.h. geschlossen. Nur im System-Fehlerfall bleibt dieses Ventil geöffnet und erlaubt einen direkten Druckaufbau im Verstärker.

Auf der Rückseite des Simulators 61 ist eine Öffnung 45 zur Atmosphäre vorgesehen. Die Druckstange 46 des Bremspedals 26 dringt bei einer Bremsenbetätigung in den Simulator 61 ein. Die Druckstangenbewegung wird mittels eines Wegsensors 60 aufgenommen und als Leitgröße zur Fahrerwunschbestimmung genutzt, welche dann im Verstärker 7 entsprechend umgesetzt wird. Ein Vorteil dieses Systems ist es, dass die Druckstange 46 des Bremspedals 26 nicht in Bremsflüssigkeit, sondern in Luft läuft, was eine aufwändige Abdichtung erspart.

Ein Abbau von Bremsdruck in der Radbremse wird über eine Rücklaufleitung 17 und stromlos geschlossene (SG) Ventile 16.1 und 16.2 und in den Niederdruckspeicher 18 vorgenommen, der über ein SG-Umschaltventil 8 in Verbindung steht mit dem THZ 11 über die Leitung 14.

In der Regel wird die Ladung eines Hochdruckspeichers 4 durch Öffnen eines Ventils 2 vollzogen. Dabei wird, wenn der Druck in dem Hochdruckspeicher unter einen vorgegebenen Sollwert, insbesondere unter 50 bar bis 70 bar, fällt,

Bremsflüssigkeit vom THZ 11 über das offene Umschaltventil 8 und mittels der mit dem Motor 20 betriebenen Pumpe 19 angesaugt. Über ein an der Druckseite 21 der Pumpe 19 anschließendes Rückschlagventil 23, eine Dämpfungskammer 57, über eine Leitungsverzweigung 22 und eine Leitung 24, in die das Ventil 2 und ein Drucksensor 3 eingefügt sind, wird die Bremsflüssigkeit in den Hochdruckspeicher 4 gepumpt. Der Motor 20 wird dabei so lange angesteuert, bis ein vorgegebener Solldruck erreicht wird. Der Druck wird durch einen Druckaufnehmer (Drucksensor 3) gemessen. Beim Befüllen des Hochdruckspeichers 4 (Speicherladen) ist das in einer Leitung 50 zwischen Hochdruckspeicher 4 und Verstärker 7 angeordnete Ventil 5 geschlossen. Die Druckseite der Pumpe ist auch über die Verzweigung 22 und eine daran anschließende Leitung 25, in die ein Ventil 1 eingefügt ist, mit den Radbremsen 30,31 verbunden. Vorzugsweise ist das Ventil 1 stromlos geschlossen (SG-Ventil) und das Ventil 2 stromlos offen (SO-Ventil). Dann sind diese Ventile während des Speicherladens nicht bestromt, wobei vorteilhaft dann nur das Umschaltventil 8 zur Befüllung bestromt werden muss. Es ist ebenfalls möglich, das Ventil 1 als SO-Ventil und das Ventil 2 als SG-Ventil auszubilden, wobei dann die Schaltzustände entsprechend umzukehren sind.

Alternativ ist es vorgesehen, einen separaten Ladekreis für den Hochdruckspeicher 4 auszubilden. Es wird z.B. eine drei-kreisige hydraulische Pumpe verwendet, wobei ein Kreis der Pumpe zum Laden des Speichers dient. Dann wird die Pumpe bzw. der Ladekreis der Pumpe über eine separate Leitung mit dem Behälter 13a für das Druckmittel verbunden. Das Ventil 1 kann entfallen.

Bei hohen Regelfrequenzen mit geringem Volumenbedarf in der Radbremse kann das Ganze oder Teile des abgebauten Volumens zum Laden des Hochdruckspeichers 4 genutzt werden.

Wenn ein Einbremsen durch den Fahrer erkannt wird, wird der Ladevorgang des Hochdruckspeichers 4 sofort abgebrochen. Bevorzugt werden Ladevorgänge in Beschleunigungsphasen vorgenommen (ohne Regelung). Die Einbremserkennung erfolgt über den Pedalwegsensoren 60 oder einen anderen, den Bremswunsch des Fahrers erfassenden Sensor und die Bremswunschermittlungseinheit 64.

Wird ein Bremswunsch ermittelt, dann wird das analog zu betreibende Ventil 5, vorzugsweise ein SG-Ventil, in Abhängigkeit von Fahrweg der Druckstange 46 des Bremspedals 24 und/oder der Betätigungsgeschwindigkeit entsprechend geöffnet und das Ventil 63 wird geschlossen, so dass Bremsflüssigkeit von dem geladenen Hochdruckspeicher 4 in den hinter dem Verstärkerkolben liegenden Raum 47 strömen kann. Der Aufbau des Druckes im Verstärker 7 wird hierbei über den sich einstellenden Druck im THZ mit einem Drucksensor 10 überwacht. Das heißt, ein bestimmter Weg wird einem bestimmten Druck im THZ zugeordnet und eingeregelt.

Nimmt der Fahrer das Bremspedal zurück, d.h. wird der Weg wieder kleiner, wird das Ventil 5 geschlossen und ein ebenfalls analog zu betreibende Ventil 6 in einer Leitung 12.1 und einer daran anschließenden Leitung 12 zwischen dem Hochdruckspeicher 4 und dem Behälter 13a wird entsprechend der Rücknahme des Fahrerwunsches analog geöffnet. Die Bremsflüssigkeit kann so über Leitung 12.1 und die daran anschließende Leitung 12 wieder in den Vorratsbehälter 13a

zurückströmen. Auch zwischen dem THZ 11 und dem Vorratsbehälter 13a ist eine Leitung 12.2 vorgesehen, mit einem Anschluss an die Leitung 12, zwecks Zurückströmens von Druckmittel in den Behälter 13a.

Durch das Ventil 6 kann auch der Rest des Systems abgesperrt werden. Die Ausbildung des Ventils 6 als analogisiertes SG-Ventil reduziert den zusätzlichen Ventilaufwand auf ein Ventil, verglichen mit Systemen mit einfachem hydraulischen Verstärker, wie das in der DE 102 44 375 beschriebene System.

Die erfindungsgemäße Kombination des hydraulischen Verstärkers und der Hilfsdruckquelle mit Hochdruckspeicher 4 kann so ausgelegt werden, dass der gesamte benötigte Bremsdruck durch den Verstärker erzeugt wird. Dies erhöht aber den benötigten Speicherdruck im Hochdruckspeicher 4.

Eine andere Ausführungsform sieht vor, nur einen reduzierten maximalen Bremsdruck des Verstärkers (Aussteuerdruck) zur Verfügung zu stellen (ähnlich einem Vakuum-Bremskraftverstärker). Dieser deckt dann bereits einen großen Bereich aller Bremsungen ab, z.B. alle „Normalbremsungen“ in einem Bereich von maximal bis zu 60 bis 100 bar resultierendem Bremsdruck, ab. Die Bremsungen, die einen über diesen Aussteuerpunkt liegenden Bremsdruck (ca. 60-100 bar) benötigten Bereich liegen, werden dann durch zusätzlichen Druckaufbau mittels der hydraulischen Pumpe 19 aufgebaut, wie bei einer optimierten hydraulischen Bremse mit Bremskraftunterstützung durch eine hydraulische Pumpe (OHB-V). Dies kann ein „Wegziehen“ des THZ-Kolbens bedingen. Dann wird über die Leitung 50 und Ventil 5 Druckmittel in den Verstärkerraum 47 geleitet und so der

Kolben 41 nachgeführt. Diese Ausführungsform ist bevorzugt, da so der Bauraum weiter reduziert wird. Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, dass dann nur relativ geringe Volumenströme an Bremsflüssigkeit zu bewegen sind, wodurch die Systemdynamik erhöht wird. Dies verringert auch die Ladezeiten des Hochdruckspeichers 4. Durch die zusätzliche hydraulische Unterstützung mittels Pumpe 19 kann das Volumen des Hochdruckspeichers 4 auch auf eine geringere Wiederholhäufigkeit an Bremsungen ausgelegt werden. Das bedeutet, es kann die Anzahl möglicher Bremsungen ohne zwischenzeitliche Aufladung des Hochdruckspeichers verringert werden auf z.B. 2 mal 60 bar bis 90 bar, vorzugsweise ca. 80 bar, THZ-Druck. In den seltenen Fällen einer darüber hinausgehenden Druckanforderung kann dann mittels Pumpe 19 ein entsprechender Bremsdruck erzeugt werden.

Der Simulator 61 stellt ein zylindrisches Bauteil, ähnlich eines THZ's, dar, welcher vorzugsweise nur im Sekundärkreis mit einer Manschette versehen ist. Der Sekundärkreis ist mit Bremsfluid befüllt und vorzugsweise befedert. Der vor dem Sekundärkreis befindliche Primärkreis ist vorzugsweise nicht mit einer Manschette versehen, aber vorzugsweise auch befedert. Mit diese Befederung wird das Pedalgefühl simuliert, das somit frei einstellbar ist. Wenn dieser Kreis auch mit einer Manschette versehen wird, kann das zwischengelagerte Luftpolster ebenfalls als Feder genutzt werden.

Fällt das gesamte System oder verstärkerrelevante Teile des Systems aus, dient der Simulator 61 als Rückfallebene, der den Verstärker 7 unter Druck setzen kann. Der Behälter 13a ist durch das Ventil 6, vorzugsweise SG-Ventil, vom System

abgetrennt und der Simulator 61 hat über das zusätzliche Ventil 63, vorzugsweise SO-Ventil, die Möglichkeit, die Energieversorgung des Verstärkers 7 zu übernehmen. Da der Simulator 61 so nur auf den Verstärker wirkt, ist auch nur eine Einkreisigkeit des Simulators 61 erforderlich. Die Dimensionierung des Simulators 61 sowie die Befederung bestimmen die Betätigungskräfte und die mögliche Restbremswirkung bei Erschöpfung des Simulatorvolumens und können den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend angepasst werden.

Der einfache hydraulische Verstärker 7 und der THZ 11 ist hier als hoch integrierte Ausführung in den hydraulischen Block (HCU, gestrichelte Linie 67) eingebracht, d.h. als ein Bauteil ausgeführt. Der erforderliche Ausgleichsbehälter 13a wird dabei dem Simulator 61 zugeordnet. Er ist vorzugsweise an diesem direkt oder zumindest benachbart angeordnet. Von dem Ausgleichsbehälter 13a führen zwei „Versorgungsleitungen“ (12, 12.2) zum integrierten THZ 11. Über die weitere Leitung 12.1 wird der Druckabbau des Verstärkers 7 über das Ventil 6 vorgenommen. Der Ausgleichsbehälter 13a ist ebenfalls mit dem Sekundärkreis des Simulators 61 verbunden. Der Sekundärkreis hat über die Leitung 62 eine Verbindung (Fall-back-Leitung) zur Regelleitung 50. In diese Fall-back-Leitung ist das Ventil 63 eingebracht.

Durch diese Konstruktion ist eine Notbetätigung des THZ 11 möglich, wenn der Verstärker 7 ausfallen sollte. Denn der Fahrer kann im Fall einer Störung oder eines Ausfalls des hydraulischen Drucks den Kolben 41 auch direkt, d.h. auf hydraulisch-mechanischem Weg, betätigen. Durch das Betätigungselement (Druckstange, 46) wird ein

Simulatorkolben 66 im Simulator 61 bewegt und über das vorzugsweise stromlos offene Ventil 63 in der Verbindungsleitung 62 bzw. Fall-back-Leitung zwischen Simulator 61 und THZ 11 wird hydraulischer Druck in den Raum 47 und somit auf den Verstärkerkolben 41 übertragen.

Das beschriebene System ist besonders vorteilhaft verwendbar für elektronische Bremsenregelungssysteme, wie ABS (Antiblockiersystem), EDS (Elektronische Differential Sperre, Antriebsschlupfregelung), ESP (Elektronisches Stabilitäts Programm), HDC (Hill Descent Control, Bergabfahrtsregelung), Abstands- und Folgeregelung (ACC, Adaptive Cruise Control), HSA oder regenerative Bremse, da eine vom Fahrer unabhängige Einsteuerung von Bremsdruck möglich ist und ein automatischer Druckausgleich der Kreise durch den THZ 11 erfolgt.

Patentansprüche

1. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage, mit einem hydraulischen Bremsdruckgeber, der im wesentlichen aus einem Hauptbremszylinder (11) und einem vorgeschalteten hydraulischen Verstärker (7) besteht, mit dessen Druck Radbremsen des Fahrzeuges beaufschlagbar sind, welcher hydraulische Bremsdruckgeber über eine Leitung (12, 12.2) mit einem Druckmittelvorratsbehälter (13) verbunden ist, welcher hydraulische Bremsdruckgeber eine im wesentlichen koaxial zum Hauptbremszylinder angeordnete Verstärkungskammer (47) und einen darin angeordneten Verstärkerkolben (41) aufweist, welcher hydraulische Bremsdruckgeber in Kraftabgaberrichtung über ein Betätigungselement (42) mit einem Hauptbremszylinderkolben wirkverbunden ist und zwecks Bremskraftverstärkung mit einem hydraulischen Druck einer elektronisch ansteuerbaren Fremddruckquelle (4, 19, 20) beaufschlagbar ist, die mit dem hydraulischen Verstärker (7) verbunden ist über eine Leitung (50), in der ein zweites analoges bzw. analogisiertes Ventil (5) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass der Druckmittelvorratsbehälter (13a) mit der elektronisch ansteuerbaren Fremddruckquelle (4, 19, 20) verbindbar ist über eine Leitung (12, 12.1), in der ein erstes analoges bzw. analogisiertes Ventil (6) angeordnet ist, dass die Fahrzeugbremsanlage einen mit der Bremsbetätigungseinrichtung zusammenwirkenden Simulator (61) und eine Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches (60, 64) aufweist und dass die elektronisch ansteuerbaren Fremddruckquelle (4,

- 19, 20) nach Maßgabe des erkannten
Fahrerverzögerungswunsches oder nach Maßgabe eines
elektronischen Bremsenregelungssystems ansteuerbar ist.
2. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptbremszylinder
(11) zweikreisig und der Druckmittelvorratsbehälter
(13) drucklos ausgebildet ist.
3. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1 oder
2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fremddruckquelle (4,
19, 20) ein Motor-Pumpen-Aggregat (19, 20) und einen
hydraulischen Hochdruckspeicher (4) aufweist.
4. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach einem der
Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass eine elektronische
Steuer- und Regeleinheit (28) vorgesehen ist, mittels
der die analogen bzw. analogisierten Ventile (5, 6)
geregelt bzw. gesteuert werden, zwecks Beaufschlagung
des Verstärkerkolbens (41) des hydraulischen
Verstärkers (7) mit einem bestimmten hydraulischen
Druck und dass der elektronischen Steuer- und
Regeleinheit (28) eine Ermittlungseinheit (64)
zugeordnet ist oder in diese integriert, zwecks
Ermittlung des Fahrerbremswunsches.
5. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach einem der
Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass der Hautbremszylinder
(11) mit den Radbremsen (30, 31) des Fahrzeugs
verbunden ist über eine Bremsleitung (14), in die ein

Trennventil (9) eingefügt ist, und über anschließende Bremsleitungsteile (14.1, 14.2), in die jeweils ein Einlassventil (15.1, 15.2) angeordnet ist.

6. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Radbremsen (30,31) des Fahrzeugs mit dem Hautbremszylinder (11) verbunden sind über eine Rücklaufleitung (17), in welche Auslassventile (16.1, 16.2), ein Niederdruckspeicher (18) und ein Umschaltventil (8) angeordnet ist.
7. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe (19) eingangsseitig mit der Rücklaufleitung (17) verbunden ist und ausgangsseitig über eine Verzweigungsstelle (22) mit den Radbremsen (30,31) des Fahrzeugs oder mit dem Hochdruckspeicher (4) verbindbar ist und dass zwischen der Druckseite (21) der Pumpe (19) und der Verzweigungsstelle (22) ein Rückschlagventil (23) und eine Dämpferkammer (57) angeordnet sind.
8. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass von der Verzweigungsstelle (22) die Pumpe (19) mit dem Hochdruckspeicher (4) über eine Leitung (24) verbunden ist, in die ein ansteuerbares Ventil (2) angeordnet ist,
und dass von der Verzweigungsstelle (22) die Pumpe (19) mit den Bremsleitungsteilen (14.1, 14.2) verbunden ist über eine Leitung (25), in die ein ansteuerbares Ventil (1) angeordnet ist.

9. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruche 8,
 dadurch gekennzeichnet, dass mittels der
 elektronischen Steuer- und Regeleinheit (28) die
 ansteuerbaren Ventile (1, 2) geregelt bzw. gesteuert
 werden, zwecks Bremsdruckregelung oder Aufbau eines
 hydraulischen Drucks in dem Hochdruckspeicher (4).

10. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach einem der
 Ansprüche 1 bis 9,
 dadurch gekennzeichnet, dass der Simulator zumindest
 eine hydraulische Kammer (65) aufweist, die verbunden
 ist mit der Leitung (50) zwischen dem hydraulischen
 Verstärker (7) über eine Leitung (62), in der ein
 weiteres Ventil (63), vorzugsweise ein SO-Ventil (63)
 (stromlos offenes Ventil), angeordnet ist.

11. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach einem der
 Ansprüche 4 bis 10,
 dadurch gekennzeichnet, dass ein separater Ladekreis
 für den Hochdruckspeicher (4) vorgesehen ist,
 insbesondere mittels einer drei-kreisigen
 hydraulischen Pumpe.

12. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach einem der
 Ansprüche 1 bis 11,
 dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite
 analoge bzw. analogisierte Ventil (5,6) SG-Ventile
 (stromlos geschlossene Ventile) sind.

13. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach einem der
 Ansprüche 1 bis 12,
 dadurch gekennzeichnet, dass der hydraulische

Pc10665

- 23 -

Bremsdruckgeber im wesentlichen in eine hydraulische Einheit der Fahrzeugbremsanlage integriert ist.

Zusammenfassung

Hydraulischen Fahrzeugbremsanlage

Die Erfindung betrifft eine hydraulische Fahrzeugbremsanlage, mit einem hydraulischen Bremsdruckgeber, der im wesentlichen aus einem Hauptbremszylinder (11) und einem vorgeschalteten hydraulischen Verstärker (7) besteht, mit dessen Druck Radbremsen des Fahrzeuges beaufschlagbar sind. Der hydraulische Bremsdruckgeber ist zwecks Bremskraftverstärkung mit einem hydraulischen Druck einer elektronisch ansteuerbaren Fremddruckquelle (4, 19, 20) beaufschlagbar, die mit dem hydraulischen Verstärker (7) verbunden ist über eine Leitung (50), in der ein analoges bzw. analogisiertes Ventil (5) angeordnet ist. Der hydraulische Bremsdruckgeber ist über eine Leitung (12, 12.2) mit einem Druckmittelvorratsbehälter (13) verbunden, der mit der elektronisch ansteuerbaren Fremddruckquelle (4, 19, 20) verbunden ist über eine Leitung (12a, 12), in der ein weiteres analoges bzw. analogisierte Ventil (6) angeordnet ist. Die Bremsbetätigungseinrichtung ist von dem hydraulischen System im Normalfall hydraulisch-mechanisch entkoppelt. Dazu ist ein mit der Bremsbetätigungseinrichtung zusammenwirkender Simulator (61) und eine Einrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches (60, 64) vorgesehen und die elektronisch ansteuerbaren Fremddruckquelle (4, 19, 20) ist nach Maßgabe des erkannten Fahrerverzögerungswunsches ansteuerbar (Brake-by-wire-System).

(Fig.2)

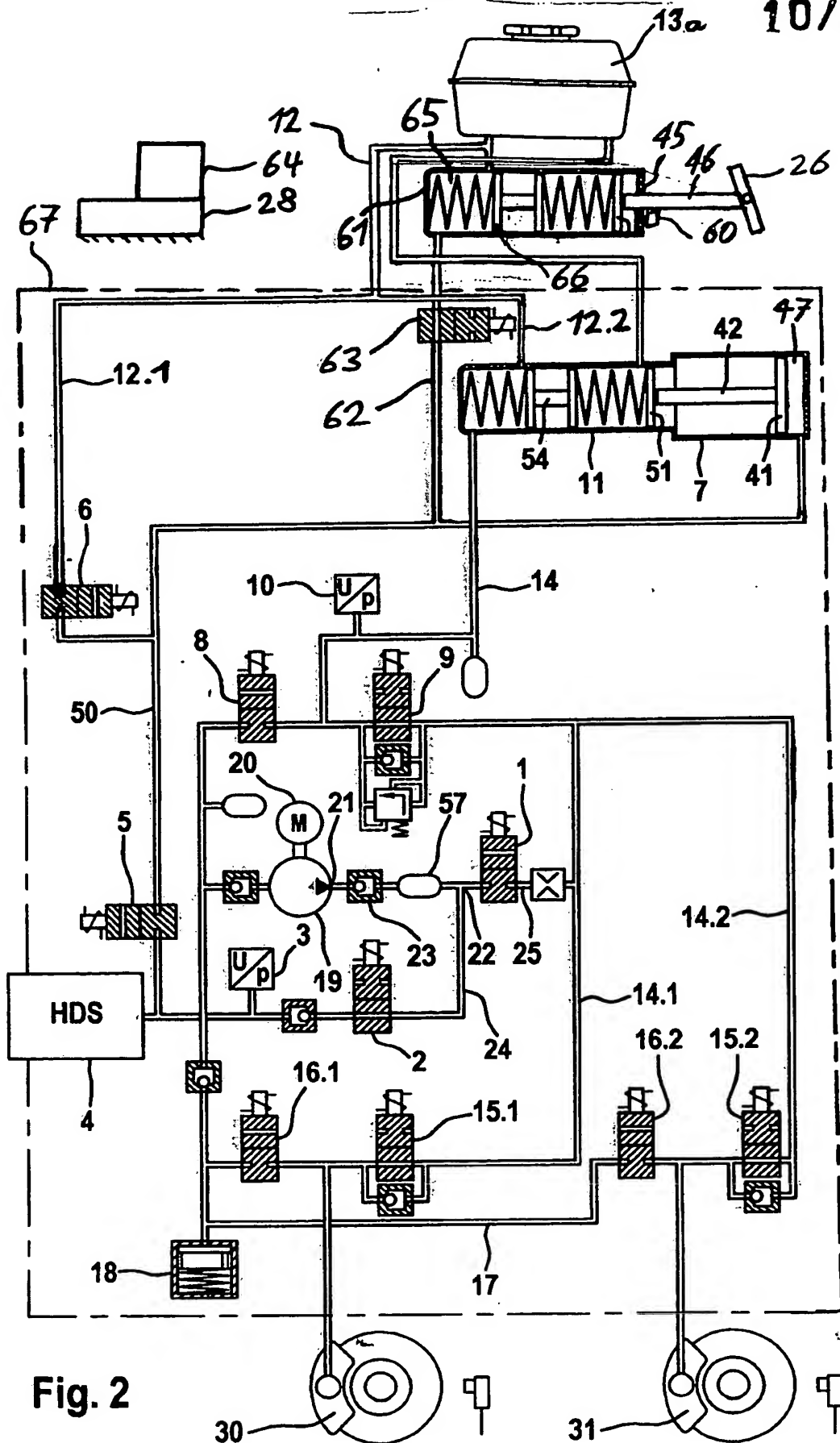


Fig. 2

D. Burkhard
R. Gronau
J. Woywod
H. Fennel